

論文審査の結果の要旨

氏名 安井 千香子

本論文はすばる望遠鏡で銀河系外縁部の星形成星団6つを近赤外線 JHK 3バンドで撮像観測し、低金属環境下における原始惑星系円盤の存在率と年齢との関係を調べたものである。

本論文は9章からなる。第一章は序章であり、系外惑星や原始惑星系円盤に関するこれまでの研究結果がまとめられている。銀河系外縁部が低金属環境（太陽近傍での値の1/10程度）にありながら距離が近く、低金属による影響を調べるのに適した領域であることが説明される。また、系外惑星の存在確率が金属量によって異なることから、関係して原始惑星系円盤の寿命も金属量によって変化するのではという予想を持ったことなどが研究の動機であることも述べられている。

第二章では本研究で行った観測やその解析方法がまとめられている。

第三章は近赤外線の色-色図についての考察である。まず測光システムの違いが色-色図に与える影響について検討が行われている。また低金属環境下での色-色図上の星の位置も検討されている。結果、色-色図上の位置によって円盤の有無を知るという従来手法が本研究でも適用できることが示される。

第四章では K バンド光度関数 (KLF) を用いて星団の年齢を求める手法が詳述されている。この手法で 1 Myr 程度の精度で年齢が推定できることも示される。

第五章には本論文の観測領域のひとつ Digel Cloud 2 の2つの星団 (Cloud-N および Cloud-S) についての観測結果が詳細に説明されている。KLF フィットによって Cloud-N,S の年齢は共に 0.5-1 Myr であることが示唆される。これは他の観測による推定年齢と一致する。また色-色図を用いて原始惑星系円盤の存在率も求めている。

第六章では Digel Cloud 2 と同じ手法を用いて他の4つの星団の年齢と円盤存在率を求めている。

第七章では得られた星団年齢と円盤の存在率との関係を太陽近傍の星団と比較している。本研究では円盤の有無は JHK の3波長から判断しているが、他の研究では中間赤外線や L バンドが用いられることが多い。正確な比較のためまず太陽近傍の星団について同じく

JHK バンドの測定だけから円盤存在率を求めた。文献データを解析した結果、JHK バンドだけを用いると円盤存在率の絶対値は変化するものの、年齢による円盤存在率の減少傾向は変わらずに再現できることが明らかとなった。これは感度のよい JHK バンドの観測で円盤存在率の推定が可能な事を観測的に示したものであり、より遠方天体での円盤観測の可能性を広げる成果として重要である。章後半ではこの太陽近傍星団での結果と、低金属環境下にある星団の結果を比較している。太陽近傍では円盤存在率が 10%以下に下がるまでの時間は 5Myr 程度であるのに対し、低金属環境では 1Myr 程度と有意に小さいことが示される。

第八章では低金属環境下での円盤存在率の減少が太陽近傍より速いことについて考察がなされている。まず、ダスト総量の減少によって円盤内縁部の光学的厚みが減少し検出できない可能性が考えられるが、円盤モデルによる光学的厚みの推定から棄却される。また、現在考えられている円盤内縁部消失モデルでは消失機構が金属量によらないため、低金属環境で内縁部半径が大きくなることはありえない。以上より、観測された円盤存在率の時間による減少は、円盤全体の寿命を示しており、低金属環境下では円盤寿命が約 1 Myr と短いことが示唆される。円盤の消失機構については円盤の星への落ち込みや光蒸発など様々な機構が提唱されているが、これらの中で金属量が少ないことによって効率が変わるのは FUV や X 線による光蒸発だけである。本研究の結果は、円盤の消失が FUV/X 線の光蒸発によることを示唆する。また、系外惑星の存在率が星の金属量に大きく依存することも、原始惑星系円盤が低金属環境下では寿命が短いという本研究の結果から定性的に説明が可能となる。

以上、本論文は近赤外線多色観測により銀河系外縁部の星形成星団の年齢と原始惑星系円盤の存在割合との相関を示し、低金属環境下では原始惑星系円盤の寿命が太陽系近傍の場合よりも有意に短いことを初めて明らかにした。本論文の結論は原始惑星系円盤消失機構についても重要な示唆を与え、系外惑星の形成進化の研究に対しても大きな影響を与える新たな知見である。本論文は小林尚人、Alan T. Tokunaga、斎藤正雄、寺田宏、東谷千比呂との共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析および考察を行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。よって、博士（理学）の学位を授与できると認める。